

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 40 34 526 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
C23 C 16/50
C 23 F 4/04

②1 Aktenzeichen: P 40 34 526.2
②2 Anmeldetag: 30. 10. 90
④3 Offenlegungstag: 27. 6. 91

DE 40 34 526 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

19.12.89 JP 1-327384

⑦1 Anmelder:

Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Popp, E., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol.;
Sajda, W., Dipl.-Phys.; Reinländer, C., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Bohnenberger, J., Dipl.-Ing.Dr.phil.nat.,
8000 München; Bolte, E., Dipl.-Ing.; Möller, F.,
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2800 Bremen

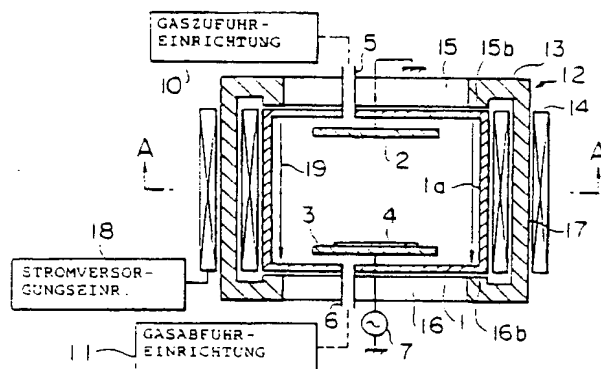
⑦2 Erfinder:

Akazawa, Moriaki; Maruyama, Takahiro; Ogawa,
Toshiaki; Morita, Hiroshi; Ishida, Tomoaki, Itamy,
Hyogo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Plasmaätzvorrichtung

⑤7 Eine Plasmaätzvorrichtung umfaßt eine Kammer (1), eine Halterung (3) zur Aufnahme von Proben (4) wie etwa eines zu ätzenden Halbleitersubstrats in der Kammer, eine Plasmaerzeugungseinrichtung, die in der Kammer (1) ein Plasma erzeugt, und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung (12, 13, 14, 18), die ein zur Oberfläche der auf der Halterung (3) befindlichen Probe (4) senkrechtes und entlang der Kammerinnenwand verlaufendes Magnetfeld erzeugt.



DE 40 34 526 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Plasmaätzvorrichtung, insbesondere Verbesserungen zur Ätzgleichmäßigkeit.

Fig. 5 zeigt eine konventionelle Plasmaätzvorrichtung mit parallelen Elektrodenplatten. In einer zylindrischen Kammer 1 ist eine obere Elektrode 2 so angeordnet, daß sie einer unteren Elektrode 3 gegenübersteht. Die obere Elektrode 2 ist geerdet, und die untere Elektrode 3 ist an eine außerhalb der Kammer 1 befindliche HF-Spannungsquelle 7 angeschlossen. Die untere Elektrode 3 dient außerdem als Probentisch, auf dem zu ätzende Proben 4 wie etwa ein Halbleitersubstrat angeordnet werden. Die Kammer 1 hat einen Gaseinlaß 5 und einen Gasauslaß 6. Dauermagnete 8 sind entlang dem Umfang der Kammer 1 so angeordnet, daß ihre N- und S-Pole abwechselnd aufeinanderfolgen. Bei dieser Konstruktion werden Magnetflußlinien 9 parallel zur Oberfläche der Probe 4 in die Kammer 1 gezogen.

Im Gebrauch werden Reaktionsgase wie etwa CF₄ und CCl₄ durch den Gaseinlaß 5 eingeleitet, und gleichzeitig werden die Gase durch den Auslaß 6 abgeführt, um den Gasdruck in der Kammer 1 konstant zu halten. Unter diesen Bedingungen wird eine HF-Spannung an die obere und die untere Elektrode 2, 3 angelegt, um ein Gasplasma in der Kammer 1 zu erzeugen. Das Gasplasma ist in dem von den Dauermagneten 8 erzeugten Magnetfeld eingeschlossen, so daß das Ätzen dadurch erfolgt, daß die Oberfläche der auf der unteren Elektrode 3 angeordneten Probe 4 dem Gasplasma ausgesetzt ist.

Da jedoch, wie Fig. 6 zeigt, die Magnetflußlinien 9, die von einer Vielzahl von Dauermagneten 8 ausgehen und das Plasma umschließen, zwischen den Dauermagneten nach innen und außen verlaufen, ist die magnetische Feldstärke entlang dem Innenumfang der Kammer 1 ungleichmäßig verteilt. Da ferner diese Linien 9 parallel zur Oberfläche der Probe 4 verlaufen, haben sie die Tendenz, den nahe der Probe 4 befindlichen Bereich zu überdecken. Daher wird auch die Dichte der Ionen und der Radikale im Gasplasma ungleichmäßig, was zu einer niedrigeren Ätzrate und geringerer Ätzgleichmäßigkeit führt. Dies ist ein bei einer konventionellen Plasmaätzvorrichtung auftretendes Problem.

Aufgabe der Erfindung ist die Lösung des oben erwähnten Problems unter Bereitstellung einer Plasmaätzvorrichtung, mit der ein gleichmäßigeres Ätzen möglich ist.

Die Plasmaätzvorrichtung gemäß der Erfindung umfaßt eine Kammer, eine Halterung, die eine Probe in der Kammer hält, eine Plasmaerzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines Plasmas in der Kammer und eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Ausbildung eines Magnetfeldes senkrecht zur Oberfläche der auf der Halterung angeordneten Probe und entlang der Innenwand der Kammer.

Die Erfindung wird nachstehend auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Plasmaätzvorrichtung nach der Erfindung;

Fig. 2 eine Perspektivansicht, die einen Magnetkern des Ausführungsbeispiels von Fig. 1 zeigt;

Fig. 3 einen Querschnitt entlang der Linie A-A von

Fig. 1;

Fig. 4 einen Querschnitt, der die wesentlichen Teile eines weiteren Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine konventionelle Plasmaätzvorrichtung; und

Fig. 6 einen Querschnitt entlang der Linie B-B von Fig. 5.

Gemäß Fig. 1 ist in einer zylindrischen Kammer 1 eine obere Elektrode 2 auf der Mittenachse der Kammer 1 so angeordnet, daß sie einer unteren Elektrode 3 gegenübersteht. Die obere Elektrode 2 ist geerdet, und die untere Elektrode 3 ist mit einer außerhalb der Kammer 1 angeordneten HF-Spannungsquelle 7 verbunden. Die untere Elektrode 3 dient ferner als Halterung zur Aufnahme von zu ätzenden Proben wie etwa eines Halbleitersubstrats. Ein Gaseinlaß 5 und ein Gasauslaß 6 sind an der Ober- bzw. der Unterseite der Kammer 1 vorgesehen. Eine Gaszufuhreinrichtung 10 ist am Gaseinlaß 5 angeordnet, und eine Gasabfuhreinrichtung 11 ist am Gasauslaß 6 angeordnet.

Ein zylindrischer Elektromagnet 12 ist so am Umfang der Kammer 1 angeordnet, daß er die Kammer 1 umgibt. Der Elektromagnet 12 hat einen Magnetkern 13 aus einem ferromagnetischen Werkstoff, und um diesen ist eine Vielzahl Spulen 14 gewickelt. Jede Spule 14 ist an eine Stromversorgungseinrichtung 18 angeschlossen.

Wie Fig. 2 zeigt, hat der Magnetkern 13 ein Paar Ringkörper 15, 16, die einander auf derselben Mittenachse gegenüberliegen, und eine Vielzahl Streben 17 verbindet die Ringkörper 15, 16 miteinander. Ringförmige Vorsprünge 15b, 16b, die stufenartig entlang dem Innenumfang der Ringkörper 15 und 16 vorstehen, sind auf einander gegenüberliegenden Ebenen 15a, 16a der Ringkörper 15, 16 angeordnet. Diese Vorsprünge 15b, 16b haben im wesentlichen den gleichen Durchmesser wie die Kammer 1 und sind quer zur Innenwand 1a der Kammer 1 relativ zu deren Mittenachse angeordnet, wie Fig. 1 zeigt. Außerdem ist jeweils eine Spule 14 auf eine Strebe 17 gewickelt, wie Fig. 3 zeigt.

Der Betrieb dieses Ausführungsbeispiels wird nachstehend erläutert. Eine zu ätzende Probe 4 wird zuerst auf die untere Elektrode 3 gelegt. Die Reaktionsgase wie etwa CF₄ und CCl₄ werden von der Gaszufuhreinrichtung 10 durch den Gaseinlaß 5 in die Kammer 1 geleitet und gleichzeitig von der Gasabfuhreinrichtung 11 durch den Gasauslaß 6 abgezogen, um den Gasdruck in der Kammer 1 konstant zu halten. Unter diesen Bedingungen wird von der HF-Spannungsquelle 7 zwischen die obere und die untere Elektrode 2, 3 eine HF-Spannung angelegt, wodurch in der Kammer 1 ein Gasplasma erzeugt wird.

Ein vorbestimmter Gleichstrombetrag wird jeder Spule 14 des Elektromagneten 12 von der Stromversorgungseinrichtung 18 zugeführt, um den Magnetkern 13 zu magnetisieren. Zu diesem Zeitpunkt bilden die Vorsprünge 15b, 16b des Magnetkerns 13 ein Paar Magnetpole, die ein zur Oberfläche der Probe 4 senkrechtes und entlang der Innenebene der inneren Wand 1a der Kammer 1 verlaufendes Magnetfeld erzeugen, wie die Magnetflußlinien 19 in Fig. 1 zeigen. Das in der Kammer 1 erzeugte Gasplasma ist von dem Magnetfeld umschlossen, und das Ätzen erfolgt, indem die Oberfläche der auf der unteren Elektrode 3 liegenden Probe 4 dem Gasplasma ausgesetzt ist.

Das von dem Elektromagneten 12 erzeugte Magnetfeld zur Umschließung des Gasplasmas ist in dem einzigen Bereich nahe der Innenwand 1a der Kammer 1 konzentriert, und gleichzeitig ist seine Stärke gleichmä-

big entlang dem Innenumfang der Kammer 1 verteilt. Wenn die Probe 4 auf der Mittenachse der Kammer 1 liegt, wird die Dichte von Ionen und Radikalen in dem Bereich nahe der Probe 4 innerhalb des Plasmas gleichbleibend aufrechterhalten. Infolgedessen findet ein äußerst gleichmäßiges Ätzen der Probe 4 statt.

Wie Fig. 4 zeigt, kann die Vorrichtung so ausgebildet sein, daß Vorsprünge 25b, 26b eines Magnetkerns 23 eines Elektromagneten 22 so angeordnet sind, daß sie eine obere und eine untere Platte 21a, 21b der Kammer 21 durchsetzen.

Die Einrichtung kann auch so ausgelegt sein, daß sie anstelle des Elektromagneten 12 von Fig. 1 eine Vielzahl von Elektromagneten aufweist, die entlang dem Umfang der Kammer 1 so angeordnet sind, daß ein Magnetpolpaar quer zur Innenwand 1a der Kammer 1 relativ zur Mittenachse der Kammer 1 angeordnet ist. Bei dieser Auslegung wird ein Magnetfeld entlang der Innenwand 1a der Kammer 1 ausgebildet. Allerdings ermöglicht der Gebrauch von Elektromagneten 12, 22 mit ringförmigen Magnetpolen eine äußerst gleichmäßige Magnetfeldverteilung und entsprechend gleichmäßiges Ätzen.

Die vorstehend beschriebene Erfindung ist nicht auf eine Plasmaätzvorrichtung mit parallelen Elektrodenplatten beschränkt, sondern kann auch bei anderen Plasmaätzvorrichtungen angewandt werden, z. B. zum Mikrowellen-Plasmaätzen.

gekennzeichnet, daß die Vorsprünge der Ringkörper außerhalb der Kammer angeordnet sind.

7. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorsprünge (25b, 26b) der Ringkörper die Kammer (21) durchsetzen und deren Innenseite zugewandt sind.

8. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasmaerzeugungseinrichtung aufweist: ein Paar Elektrodenplatten (2, 3) in der Kammer (1) auf der Kammermittenachse, die parallel zur Kammerbasis einander gegenüberstehen, eine Spannungsquelle (7) zum Anlegen einer Spannung zwischen das Paar Elektrodenplatten (2, 3), eine Gaszufuhreinrichtung (10) zur Zufuhr von Reaktionsgasen in die Kammer und eine Gasabfuhreinrichtung (11) zur Abfuhr von Gasen aus der Kammer.

9. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung eine (3) der beiden Elektrodenplatten (2, 3) ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Plasmaätzvorrichtung mit einer Kammer (1), gekennzeichnet durch eine Halterung (3) zum Halten einer Probe (4) in der Kammer (1);
eine Plasmaerzeugungseinrichtung, die in der Kammer (1) ein Plasma erzeugt; und
eine Magnetfelderzeugungseinrichtung (12, 13, 14, 18) zur Erzeugung eines Magnetfeldes senkrecht zur Oberfläche der auf der Halterung (3) angeordneten Probe (4) und entlang der Kammerinnenwand.
2. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (1) zylindrisch ist und die Halterung (3) die Probe (4) parallel zur Kammerbasis haltet.
3. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetfelderzeugungseinrichtung einen im wesentlichen zylindrischen Elektromagneten (12) aufweist, der die gleiche Mittenachse wie die Kammer (1) hat und die Kammer umgibt.
4. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromagnet (12) einen Magnetkern (13) mit einem Paar von Ringkörpern (15, 16), die quer zur Kammer (1) auf deren Mittenachse angeordnet sind, und eine Vielzahl von Streben (17) zum Verbinden des Paares von Ringkörpern (15, 16) aufweist und daß eine Vielzahl Spulen (14) auf die Streben (17) des Magnetkerns (13) gewickelt ist.
5. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringkörper (15, 16) ringförmige Vorsprünge (15b, 16b) aufweisen, die an einer der Innenwand (1a) der Kammer entsprechenden Stelle in Richtung zur Kammer (1) vorspringen.
6. Plasmaätzvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch

FIG. 1

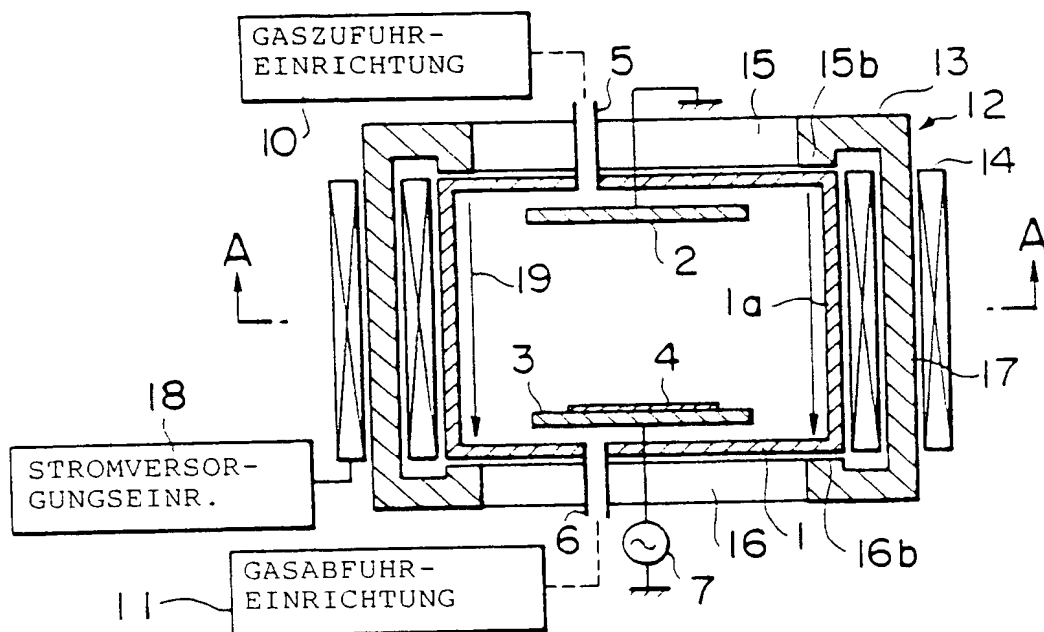


FIG. 2

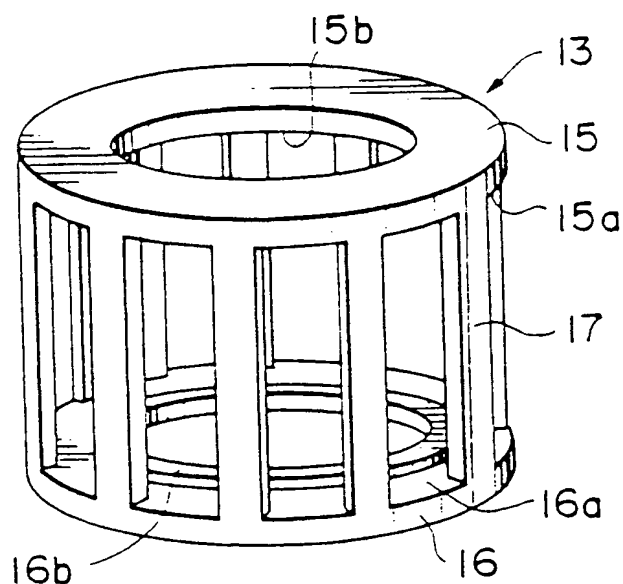


FIG. 3

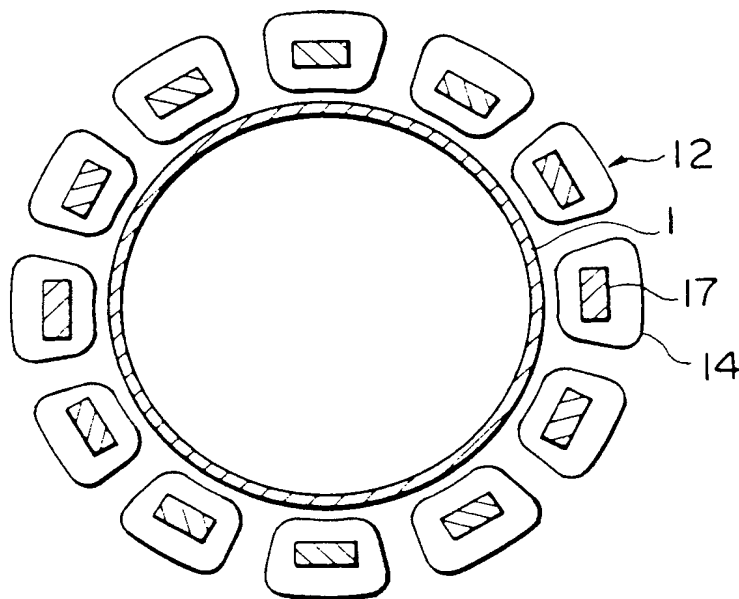


FIG. 4

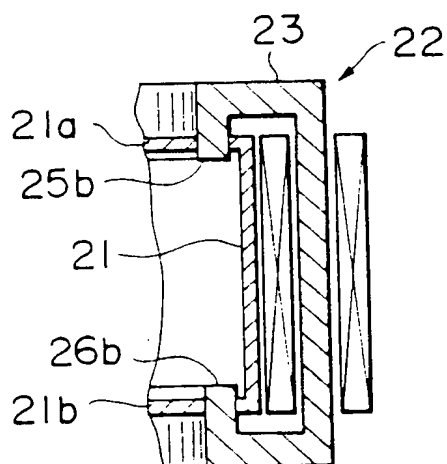


FIG. 5

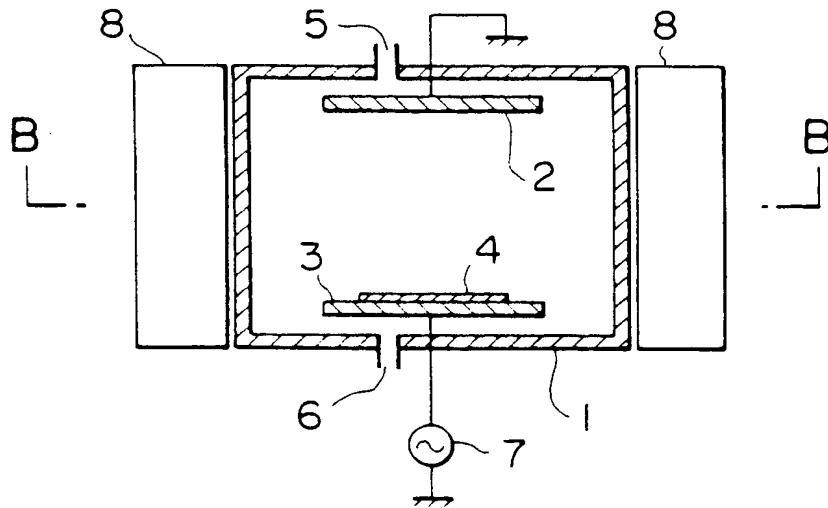


FIG. 6

